

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-253139

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/40		D 9068-5C		
G 0 6 F 15/66	3 1 0	8420-5L		
H 0 4 N 1/46		Z 9068-5C		

審査請求 未請求 発明の数1 OL (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平6-15586

(22)出願日 平成6年(1994)2月9日

(31)優先権主張番号 0 1 7 0 9 4

(32)優先日 1993年2月12日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 591264544

イーストマン・コダック・カンパニー
アメリカ合衆国、ニュー・ヨーク・14650、
ロチェスター、ステイト・ストリート・
343

(72)発明者 リチャード エヌ エルソン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
スター ラティモア ロード 61

(72)発明者 ケビン エドワード スポールディング

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 スペン
サーポート オーセージ トレイル 3

(74)代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

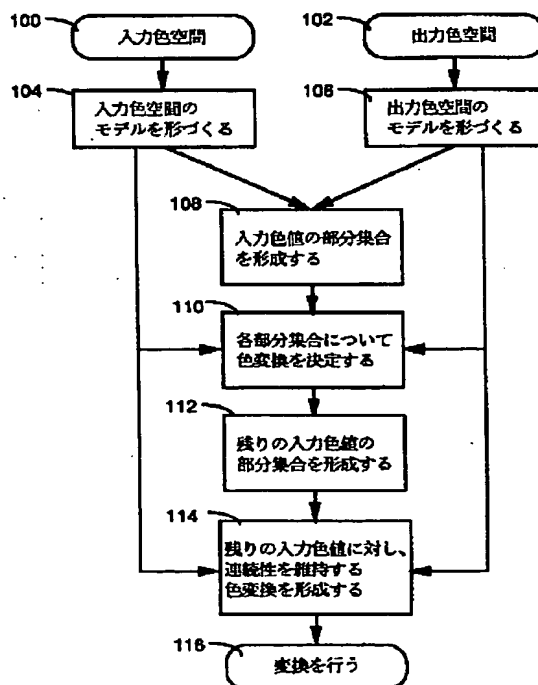
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 明示的な限定を用いた機器間の色校正及び色強化方法

(57)【要約】

【目的】 複数の特定された色または、色領域の各々を限定し、複数の明示的に限定された色校正または色強化戦略のいずれか1つによって、入力色空間を出力色空間に変換するための方法を提供する。

【構成】 本発明の色変換方法は、出力色空間への変換を明示的に特定する限定を、入力色空間のポイントのある部分集合に与えるステップと、色の連続性を維持するマッピング戦略により、残りのポイントを変換するステップとを含む。好適な実施例において用いられるマッピング戦略は、コンピュータグラフィックス幾何モーフィング技術に基づく。好適な実施例においては、多次元参照テーブルを用いて色変換が行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換する方法であって、

a) 共通の特性に基いて入力色空間の色値をグループ分けするステップと、

b) ステップa) で得られたグループの各々に対する色変換を生成するステップと、

c) ステップa) においてグループ分けされなかった残りの色値に対する色変換を生成するステップと、

d) ステップb) で生成した色変換とステップc) で生成した色変換とを合成した変換を用いて、入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はデジタル画像形成処理に関する。より詳細には、デジタル画像形成システムの色校正 (color calibration) 及び色強化 (color enhancement) の分野に関し、1つの色空間を、別の装置依存性色空間にマップする技術に関する方法を含む。特定の色部分に対するカラーマップを特定するために、明示的な限定 (explicit constraints) が適用される。

【0002】

【従来の技術】本発明は、米国特許出願「入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換するための方法、および関連装置」(出願番号017, 198, 1993年2月12日出願)の関連出願である。

【0003】カラーデジタル画像形成システムでは、一連の画像形成における各ステップ (オリジナルシーン、画像獲得、画像記憶、画像送信、ソフトディスプレイ、ハードコピーディスプレイ、など) が通常、異なる色空間、及び異なる色域を有する。一般的な色空間には、RGB、CMY、CMYKなどの装置依存性色空間、または、CIE刺激(XYZ)、CIELAB、CIELUVなどの装置独立色空間などが含まれる。「色域」という用語は、一般的に、システムのある特定の段階において示される、及び/または、表示される色の領域を示すために用いられる。表示装置の色域が、画像獲得装置の色域、及び/または、オリジナルの現実シーンの色の色域と全く異なる場合がある。さらに、ある装置に表示され得る色域は、別の装置の色域とは実質的に異なる。例として、図1は、一般的なRGBカラービデオモニタの色域を、カラープリンタ (コダックXL7700) と比較して示したものである。図は、明度値 $L^* = 50.0$ におけるCIELAB色空間の色域の断面図である。2つの色域が重なる領域は、2つの装置で生成される色を表す。一方の曲線だけの内側領域は、1つの装置により生成でき、他方の装置では生成できない色を表す。両方の曲線の外側にある色値はどちらの装置によっても生成

できない。この例では、ビデオモニタは、この明度レベルにおいてはサーマルプリンタに比べ、より飽和した (彩度の高い) 青を生成でき、一方サーマルプリンタは、より飽和した (彩度の高い) イエローを生成できることがわかる。

【0004】多くの応用においては、ある特定の装置の色空間に存在するカラー画像データを捕らえ、それを異なる装置の色空間へマップする必要がある。異なる装置においては色空間及び色域が異なるために、このプロセスにはいくつかの問題が生じる。第一に、色校正の問題である。つまり、ある装置における色をどのように表せば、知覚される色が他の装置における色とマッチするか、という問題である。例えば、ビデオモニタに表示された画像を、同じ知覚的カラー再生 (perceived color reproduction) でプリントしたい場合がある。これは、本質的には、ある装置依存性色空間から別の装置依存性色空間に変換するという問題である。上記の例は、モニタのRGB空間からプリンタのCMY (K) 空間への変換に関するものである。画像の色のすべてが、2つの色域の重複領域にあれば、この場合の変換は比較的簡単であり、多次元参照用テーブル (multi-dimensional look-up-tables) などの技術を用いて行うことができる (W. F. シュレイバー、"カラー再生システム" 米国特許第4, 500, 919号、1985年2月19日参照)。

【0005】しかしながら、入力色空間内の色のうち、出力色空間の色域外に存在する色がある場合、問題は複雑になる。ここで問題となるのは、色域外の色をどう処理するかということである。この問題を処理するための方法がこれまでにいくつか提案されてきている。一般的なアプローチとしては、色域外の色の色相角度及び明度を維持しながら、その彩度を色域の境界にクリップする (clip)、または、色域を圧縮して入力画像の色を出力色域内に納める方法がある (例えば、R. S. ジェンタイル、E. ワロウィット、J. P. アールバック、"色域ミスマッチ補償技術の比較" J. Imaging Technol. 16巻、176-181ページ (1990年) 掲載参照)。写真のシーンなど、ある種の画像には、色域外色はごくわずかしかな含まれないため、これらの画像に適用した場合、この彩度クリッピング方法はかなり満足できる結果をもたらす。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、コンピュータ生成表示グラフィックス (computer generated presentation graphics) などの画像の場合、出力色域外の色がかなりの割合で存在する。これは、パイ図表 (円グラフ)、およびスライド (slide presentations) などの多くの種類のグラフィックにおいて飽和色が非常に目だつためである。これらの画像に対しては、彩度をクリップしたり、あるいは色域を圧縮する方法を用

いたとしても、結果としての画像は彩度（飽和度）が際だって低くなる（つまり、色が淡く見え、ぼやける）ことから、受け入れ難い結果を招くことになる。その結果、入力色の色域を出力色空間にマップするための別の技術が要求される。このプロセスは通常、単にある装置と別の装置の色を一致させるというよりは、画像の色修正に関するため、「カラーエンハンスメント（色強化）」の範疇に分類される。

【0007】色域外色の再生に加え、色強化には、さらに、他の形式の色変換が含まれる。例えば、不明瞭な画像の彩度を増したり、画像内の物体の色相を調節したり、または、画像内の異なる物体間のカラーコントラスト（色対比）を増したい場合がある。色強化方法として、マトリックスと1次元参照テーブルの組み合わせを用いた方法（例えば、ロバート P. コレット「電子的に生成された入力画像を用いたプリンタの色およびトーンスケール構成システム」、米国特許第5,081,529号、1992年1月14日参照）、グローバル色域マッピング技術（前述の米国特許出願第017,198号、K. スポールディング、R. ガーション、J. サリバン、R. エリソン、「入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換するための方法、および関連装置」参照）が含まれる。しかしながら、これらのアプローチのいずれを用いても、他の色に望ましくない副作用を与えることなく、飽和色に対して所望の効果を有するマッピングを特定するのはかなり困難であり、不可能でさえある。例えば、画像内に発生した肌色トーン（skin tones）が緑がかってしまうなどの問題がある。

【0008】本発明は、色空間内のポイントの特定の部分集合に対するマッピングを明示的に指定（specify）し、定められたマッピング戦略に従って残りの非限定のポイントのマッピングを決定することにより、1つの色空間を別の色空間にマップ（変換）する方法を提供する。

【0009】

【課題を解決するための手段および作用】本発明は、1つの色空間を別の色空間にマップして、所望の色校正、および／または、色強化技術を提供する方法を含む。本発明の方法は、概していえば、次の2つのステッププロセスから成る。（1）入力色空間のポイントの特定部分に限定を与え、出力色空間へのマッピングを明確に特定する。（2）所定のマッピング戦略に従い、残りのポイントをマップする。好適な実施例で用いられるマッピング技術は、コンピュータグラフィックス幾何学的モーフィング（形状変換）（morphing）技術に基づく。

【0010】本発明の方法は、入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換する方法であり、次のステップを含む。

【0011】a）入力色空間の領域から、入力色値の部分集合（subset）を1組以上形成する

b）ステップa）において形成された入力色値の各集合に色変換を行う

c）ステップa）の組に含まれない入力色値の集合を形成する

d）ステップb）の変換との連続性を維持する色変換を、ステップc）の入力色値に対して形成する

e）ステップb）およびd）の合成変換を用いて、入力色空間の入力色値を出力色空間の出力色値に変換する
前記の説明からわかるように、本発明の主たる目的は、入力色域を、出力色域内に適合するように変換するための改良された方法を提供することである。

【0012】本発明の、上記およびその他の目的は、以下の説明、および図面に関連させて考慮することにより、より明白になる。図においては、同一符号は同一部分を示す。

【0013】

【実施例】本発明は、1つの色空間のデジタルカラー画像を別の色空間にマップする方法を含む。例えば、モニタのRGB値をサーマルプリンタのCMY（K）値に変換する場合などである。所望される色強化のため、または異なる装置間の色域のミスマッチのために、1部の色またはすべての色の測色的な正確さ（colorimetric accuracy）が保たれないような変換を行うことが必要であり、あるいは、望ましい。従来のアプローチを用いた場合、他の色への弊害なしに特定の色に所望の効果を有するマッピング関数を特定するのは困難である。例えば、より彩度の高い原色を生成するマッピングの場合、画像内の肌色トーンの色相を変えてしまう。そこで本発明は、色値の一集合に対するカラーマッピングを正確に限定し、特定のカラーマッピングアルゴリズムを用いて残りの色値をスムーズに特定することにより、従来の課題を解決する。これにより、入力色空間の異なる集合に対する異なる種類の色強化を同時に行えたとともに、入力色空間の他の集合の測色的再生（colorimetric reproduction）を維持することが可能になる。同様に、入力色空間の適当な集合に対するカラーマッピングを限定することにより、グローバル色強化技術、または従来の色域マッピング技術をさらにこの観点から行うことができる。従って、本発明のアプローチは、あらゆる種類の色変換または色強化を実施するために利用できる。

【0014】図2は、ABCで表される入力色空間のマルチチャネル入力色値（ABCはRGB、CMY、CMYK、XYZ、CIELABなどを表す）を、DEFで表される出力色空間のマルチチャネル出力色値に変換する一般化されたカラーマッピング関数20を示す。出力色空間は、入力色空間とは異なる色空間である場合もそうでない場合もある。入力及び出力色空間は、通常3つの色値により特定されるが、カラープリンタに関連するCMYK色空間などのように色値がさらに加わる場合もある。

【0015】色変換は、入力色空間から所望の出力色空間へ直接行われる場合もあれば、中間色空間（単数または複数）を有する複数段階のプロセスが含まれる場合もある。図3は、CIE LABを中間色空間として用いて、モニターRGB空間をプリンタCMY空間に変換する場合を示したものである。このシーケンスの第1段階は、入力装置モデル22を用いて、RGB出力色値に対応するCIE LAB入力色値に変換するプロセスを含む。続いて、CIE LAB出力色値は、カラーマッピング関数24を用いて計算される。次に、CIE LAB出力色値が、出力装置モデル26を用いてCMY出力色値に変換される。このシーケンスにおける各色変換段階は、例えば（連続的、または区分的）解析関数、または多次元参照テーブルから構成される。本発明は、いずれの色変換段階にも組み込むことが可能である。さらに、複数の段階を組み込んで1つの段階を形成し、本発明を組み込むことも可能である。

【0016】本発明において実施される色変換方法は2つのステッププロセスを含む。第1に、入力色空間のポイントのある部分集合を限定し、出力色空間へのマッピングを明示的に特定する。第2に、入力色空間の、限定されない残りのポイントを、所定のマッピング戦略に従ってマップする。

【0017】図4は、本発明の方法論を詳細なブロック図により示している。入力及び出力色空間のモデル104、106は、それぞれ入力色空間100、及び出力色空間102に対して形成され、入力及び出力色値を標準色空間の色値に関連させる。ステップ108において、フレッシュトーン（肌色トーン）などの共通特性、または「シーン中の単一物体である」などの共通の目的に基づき、色値を分類して、入力色値の複数の部分集合（サブセット）を形成する。ステップ110において、ステップ108で形成された各集合に色変換が割り当てられる。この色変換では、選択された戦略に従い、また、作成された色空間104、106の入力を用いて、入力色空間のポイントを出力色空間のポイントにマップする。この技術は、測色的再生、写真的再生、及び色強化を含むが、これらに限定されるわけではない。ステップ112において、残りの色値が1つの集合にまとめられる。ステップ114において、ステップ112で形成された色値の集合は、作成された色空間104、106の入力を用いて、ステップ110で色変換された集合との色の連続性を維持するように変換される。ステップ110及び114の操作によって生成された変換により、入力色空間のすべての色の集合に対する変換が形成される。

【0018】本発明のプロセスの第1ステップは、マッピングプロセスにおいて限定される色の集合に対し、入力色空間から出力色空間へのカラーマッピングを特定するステップである。限定される特定の部分集合は、これらの色のカラーマッピング戦略と同様に、その特定の適

用対象に依存する。限定された色の部分集合は、例えば有効な色校正データに相当する場合もあれば、あるいは、特定の色強化目標を反映することもある。適用対象によっては、無彩色トーン及び原色に対するマッピングの限定が望まれる場合もあれば、飽和色、または、肌色トーン、スカイカラー、グラスカラーなどの写真の画像に重要な色を限定したい場合もある。異なる色の部分に対して、測色的マッピング、写真的プロセスのモデルなどの複数のカラーマッピング技術、あるいは、前述のスーパーディング他により開示された方法（米国特許出願第017,198号）などの色強化技術が利用できる。

【0019】前述のように、多様なカラーマッピング技術を異なる色集合に対し適用できる。図5は、限定される色の集合の、異なる分類を示したものである。図5（A）は点限定を示す。これは、肌色トーンなどの単一色、または、コダック社のトレードドレスイエローなどの企業のトレードマークカラーの色再生を限定するのに用いられる。図5（B）は線限定を示す。これは、影を限定（constrain）したり、特定の色付けされた面に対して1つの列（series）を強調したり、または中立軸（無彩色軸）上の色を限定したりするのに用いられる。図5（C）は面の限定を示す。たとえば、これは色域の面を限定するのに用いられる。図5（D）は体積の限定を示す。これは、低彩度の色すべての組、またはすべてのスキントーンカラーの凸型体（convex hull）内部の色を限定するのに用いられる。いうまでもなく、限定色のその他の部分集合分類も利用することができる。たとえば、入力色空間がCMYK装置色空間であれば、4次元の超体積（hyper-volume）の限定色を限定することができる。また、これらの異なる限定の分類（クラス）を組み合わせ、1つの限定の組を形成することも可能である。例えば、点限定を用いて企業のトレードマークカラーを限定し、線限定を用いて無彩色軸を、面限定を用いて色域面を、体積限定を用いてすべての肌色トーンの凸型体内にある色を限定したい場合もある。限定色の異なる組のそれぞれに対して、異なるマッピング戦略を用いることもできる。例えば、企業のトレードマークカラーを適当なバントーン仕様（Pantone specification）にマップし、無彩色軸を測色的にマップし、肌色トーンを写真的モデルを用いてマップし、色域表面を色の彩度を最大化するために色強化戦略を用いてマップすることができる。

【0020】限定される色の組、及びこれらの限定色に対するカラーマッピング戦略が特定されると、次に、残りの色、つまりこの限定色の組の外部の色（非限定色と呼ぶ）に対するカラーマッピングを決定しなければならない。実施の複雑さ、得られる結果の滑らかさ及び許容度の異なるいくつかのマッピング戦略を非限定色に対して用いることができる。最も簡単な技術としては、三線（tri-linear）、四面体、基底スプライン補間などの、多

次元補間技術がある(例えば、ジョン R. デリコ「平滑化(smoothing)による最小二乗法参照テーブルを有するカラー画像再生装置」(米国特許第4,941,039号、1990年7月10日発行)、K. カナモリ、H. コテラ「4隣接部(neighbors)補間方法によるハードコピーの色補正技術」(J. Imag. Sci. Technol. 36巻、73-80ページ、1992年)参照)。通常、これらの技術は、実験的に測定されたデータからの装置の校正のために開発されてきたものであるが、同様に、色強化アルゴリズムを処理するためにも適用できる。本発明の好適な実施例である別の戦略においては、コンピュータグラフィックス形状変換(モーフィング)技術(J. ケント、W. カールソン、R. ペアレント「多面物体の形状変換」1992年SIGGRAPH会報シカゴ、1992年7月、「コンピュータグラフィックス」26号、47-54ページ掲載)を適用して、非限定ポイントを決定する。この技術は、近接する色値間の色差の関数であるコスト関数の値を最小化することにより、入力色空間のポイントを平滑に、かつ連続的に出力空間のポイントにマップする。このコスト関数は、カラーマッピング関数における局所連続性及び平滑度を最大化するように定式化される。

【0021】図6は、最終的なカラーマッピング関数を決定するための、本発明の好適な実施例に用いられる、コスト最小化プロセスを示すフローチャートである。この方法では、各ノードの座標が出力色空間の色に対応するように、ノードの格子が設定されている。限定色に対応するノードの座標は固定され、残りのノードの座標は変化可能である。コスト関数の極小値を決定するノード位置は、容積弾性連続体モデル(volumetric elastic continuum model)に基づき、ダイナミックプロセスを用いて決定される(ハーバート ゴールドスタイン著、「古典力学(Classical Mechanics)」アディソン・ウェズリー出版社、レディング、マサチューセッツ、1959年参照)。このモデルは、メカニカルスプリング及びダッシュポットに接続される質量からなる系を用いて、離散的な形で実現できる(例えば、O. C. Zienkiewicz著、「限定要素法(The Finite Element Method)」、第3版、マグロウヒル出版 1977年参照)。この質量、スプリング、及びダッシュポットのシステムは初期化され、次いで平衡状態にされる。好適な実施例においては、出力色空間のノードの座標は、メカニカルモデルの物理的空間における質量の位置に類似する。メカニカルモデルにおいて、複数の質量を接続するスプリングのネットワークは、不均一なノード間隔を許容しないコスト関数に対応する。ダッシュポットは、平衡状態を可能にする制動(減衰)プロセスに対応する。実際には、ダイナミックプロセスは、反復的なコンピュータアルゴリズムを用いてシミュレートされる。最適化プロセスの最終結果により、固定格子に発生する一連の入力色に対

するカラーマッピングが特定される。通常、格子のノードの数は、入力色空間のポイントの数よりも小さい。格子ノードの間に発生する入力色値に対するカラーマッピングは、シュレイパー技術(1985年2月19日発行、米国特許第4,500,919号、「カラー再生システム」)などの標準補間技術を用いて決定できる。

【0022】図6について説明する。最適化されたカラーマッピング関数決定プロセスの第1ステップは、データ構造及び初期状態の初期設定を含む。本発明の好適な実施例においては、入力色値の量子化されたアレイは、まず、図7に示されるようなノード64及び接続線62を有する正則(regular)格子構造に定められる。例えば、入力色空間がビデオRGB空間であれば、格子のノードは、入力色値の範囲に渡って均一に分布された赤(R)、緑(G)、青(B)にそれぞれ識別される。RGB値が0から255の範囲にあり、格子の各次元に対して52つつノードがあるとすれば、3つのノードインデックスは0, 1, 2, ..., 51のシーケンスとなり、対応する色値は0, 5, 10, ..., 255のシーケンスになる。出力色空間がCIE LABの場合、格子の各ノードは関連するL*, a*, b*座標を有することになる。限定色の組に含まれるノードは、固定ノードであると識別され、その座標は選択されたカラーマッピング戦略に基づき決定される。格子内の残りの非限定ノードに対する初期座標は、入力色空間のノードの色値に設定されるか、あるいは、限定ポイントの組から補間、及び/または、外挿される。

【0023】隣接する色値が連続的で平滑であることは、許容可能なカラーマッピング関数にとって望ましい。一般的に、異なった限定色の部分集合に対して異なるカラーマッピング戦略を適用するため、また、格子ノードの限定領域と非限定領域の間には不連続性が生じるため、初期座標は、連続性及び平滑性の条件を満たさない。所望の連続性、及び平滑度を回復するために、ノード格子の不規則性の量的測定を行うステップ52によって、コスト関数が定められる。非限定ノードの各々に対するノードコスト関数は、メカニカルスプリングにより隣接する複数の質量に接続された質量に働く正味の力(net force)からの類推(analogy)により定義される。本実施例においては、各ノードに対するコスト関数は、長さ62及び66により示される色差の関数である。長さ62及び66はそれぞれ、図8に示す格子において、ノード70と、その最も近傍のノード72、及び次の近傍のノード64との間の標準色空間における色差を示す。その他に実施例においては、数及び構成の異なる近接ノードが用いられる。各ノードに対するコスト関数は、アナロジーによれば、そのノードに対応する質量に対して、接続スプリングから与えられる正味の力の大きさである。各スプリング接続により供給される力の大きさは、現在のスプリング長さと休止距離(resting di

stance, 力ゼロの距離)との差に比例する。スプリングの休止長さ(the rest lengths)は平滑に変化するので、質量の最低コスト位置も平滑に変化するスペーシング

(間隔)を有する。出力色空間においては、これは、平滑に変化する色差に対応する。総コストは、非限定ノードの各々に対するコストの合計と定められる。

【0024】最小コストノード座標を決定するプロセスにおいて、現在のノード座標に対する総コストが計算される。この総コストは、次いで、ステップ54により収束要求値(convergence requirement)に比較される。収束が得られなかった場合は、ステップ58及び60により、コスト関数の局所ベクトル値に比例してノード座標を変化する。質量とスプリングとの類比を用いて、従来のメカニカルモデル(例えば、ハーバート=ゴールドスタイン著、「古典力学」、アディソンウェズリー出版社、レディング、マサチューセッツ州、1959年参照)に従って供給された正味の力の関数として、質量が移動される。収束が得られた場合は、最終ノード座標はステップ56により記録され、出力される。最終ノード座標には多次元参照テーブルが効果的に含まれる。この多次元参照テーブルを用いて、出力装置の量子化範囲に

適応する、各入力色値に対応する出力色値が計算される。

【0025】例として、RGBビデオディスプレイの色をサーマルプリンタ(コダックXL7700)にマップする場合について考える。RGBビデオディスプレイの色域内の色の多くは、プリンタで再生できる色の色域の外部にあるため、入力色値を出力色値にマップするための色域マッピング技術を用いる必要がある。スプォールディング他により開示された技術(米国特許出願017, 198)などを用いて入力色域を出力色域にマップすることができ、これらの技術には、通常は測色的に再生すべきである肌色トーンなどの色に望ましくない影響を与えてしまう可能性がある。本発明は、飽和度の高い色域外色に対する所望のカラーマッピングを特定すると同時に、肌色トーンなどのその他の色に対する測色的再生を維持するための方法を提供する。図9及び図10はCIE LAB色空間の断面図であり、本発明の好適な実施例により生成された3次元参照テーブルを用いてRG

Bビデオ色域の色が出力色域の色にマップされている。同図のベクトルは、この断面における各色に対する入力及び出力色値の色差を表している。ベクトルの尾部は入力ビデオディスプレイに対する色値を表し、ベクトルの頭部(ダイヤモンドマークに対応する)は出力プリンタの色値を表す。この例では、低彩度色の含まれる断面の中心部は、限定され、測色的マッピング戦略を用いて再生される。ビデオディスプレイ装置の色域境界に対応する彩度の高い色は、限定され、スプォールディング(Spaulding)他によるマッピング戦略を用いて再生される。中間色は、2つの限定領域を接続するように、平滑にマップされているのわかる。

【0026】図11では、RGB入力色空間10が3つの部分に分割されている。部分集合12は最も彩度の高い色値の集合体である。部分集合16は、フォトグラフィックシーンに一般的に見られる、相対的に非飽和の色値の集合である。色強化戦略は部分集合12に対して適用され、入力色が、出力色空間の飽和色にマップされる。入力色を出力色に測色的にマップする戦略は、部分集合16に対して行われる。部分集合14を形成する残りの色は、部分集合12と16の間の連続性を維持するようにマップされる。

【0027】表1は、CIE LAB入力色空間からCMY出力色空間に変換するための3次元参照テーブルのPOSTSCRIPTレベル2でのインプリメンテーションのための演色辞書である。この表は本発明の方法を用いて組み立てられたもので、図4の変換116に対応する。記載を簡略化するために、多数の参照テーブル及び補間テーブルのエントリーが省略されていることを理解されたい。省略されたエントリーの位置を示すために省略符号(ellipses)が用いられている。

【0028】発明の好適な実施例と考えられる例を示してきたが、多くの変更及び修正が、本発明の本質的な範囲をもとることなく可能である。クレームには、本発明の真の範囲内にあるこのような変更及び修正のすべてを含むことが意図される。

【0029】

【表1】

*--Copyright 1992 Eastman Kodak Company

```

/KOALA 2 MORPH52 15.CRD <<
/ColorRenderingType 1
/WhitePoint [0.9505 1.0 1.0890] % D65 illuminant
/MatrixPQR [ 0.40024 -0.22630 0.00000
              0.70760 1.16532 0.00000
              -0.08081 0.04570 0.91822 ] % Cone primaries for
D65 (Hunt & Pointe
r)
/RangePQR [-0.75 2.5 -0.75 2.5 -0.75 2.5]
/TransformPQR [(exch pop exch 3 get mul exch pop exch 3 get
div) bind
               (exch pop exch 4 get mul exch pop exch 4 get
div) bind
               (exch pop exch 5 get mul exch pop exch 5 get
div) bind ]
/EncodeLMN [{.9505 div dup 0.008856 1e (7.787 mul 16 116 div
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind
            (1
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind
            (1.089 div dup 0.008856 1e (7.787 mul 16 116 div
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind]
/MatrixABC [0 500 0 116 -500 200 0 0 -200]
/EncodeABC [{(16 sub 100 div) bind
             (120 add 240 div) bind
             (120 add 240 div) bind]
/RangeABC [0 1 0 1 0 1]
/Tf Lut0
<00000000000000000000101020203030405050607070809090a0b0b0c0d0e0e
...
efeff0f1f2f3f4f5f6f7f8f9fafbfdfdf>

/Tf Lut1
<000000000000000000000000101010202030303040405050506060707080809
...
ebadeeeeff0f1f3f4f5f6f8f9fafcfdfdf>

/Tf Lut2
<00000000000000000000000010102020303030404050505060607070808090a0a
...
edeff0f1f2f3f4f6f7f8f9fafbfdfdf>
/RenderTable [
15 15 15 % Table dimensions
[ % Interpolation table
<0042bf0041a6003f8d043b71053a56003a41003f22003e06003e06003e06
...
257fff257fff257fff257fff53d9ff54acff4d8cff456aff3334ff
2616ff2616>
] % End interpolation table

3
(KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut0 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div)
bind
(KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut1 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div)
bind
(KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut2 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div)
bind
] % End RenderTable
>> % End color-rendering dictionary

```

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、入力色空間のある部分集合に含まれる色を色校正や色強化により出力色空間の色に変換する際に、その部分集合に含まれない残りの色に影響を与えずに変換を行うことができる。従って、入力色空間の互いに異なる部分集合

に対して、異なった色校正、色強化を同時に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】明度 L^* = 50.0における、一般的なビデオモニタとサーマルプリンタ（コダックXL7700）の色域間の差を示した図である。

【図2】出力色値がすべての入力色値の関数となる、一般的なカラーマッピングアルゴリズムのブロック図である。

【図3】典型的なカラーマッピングシーケンスのブロック図である。

【図4】本発明の変換方法を説明するフローチャートである。

【図5】限定ポイントの部分集合の様々なタイプを表す図である。(A)は点限定、(B)は線限定、(C)は面限定、(D)は体積限定を示す。

【図6】カラーマッピングの幾何モーフィングアルゴリズムの説明図である。

【図7】ノードの立方格子を示す図である。

【図8】最も近接する、及び次に近接するノードとのスプリング接続を示す格子ノードの図である。

【図9】 $L^* = 65.0$ の明度において、本発明の好適*

*な実施例により生成されたカラーマッピング関数を用いて、入力ビデオモニタ色域の色をプリンタ（コダックXL7700）色域の色にマップした状態を示した図である。

【図10】330度の色相角度において、本発明の好適な実施例により生成されたカラーマッピング関数を用いて、入力ビデオモニタ色域の色をプリンタ（コダックXL7700）色域の色にマップした状態を示した図である。

10 【図11】3つの部分に分けられた入力RGB色空間の切欠き斜視図である。

【符号の説明】

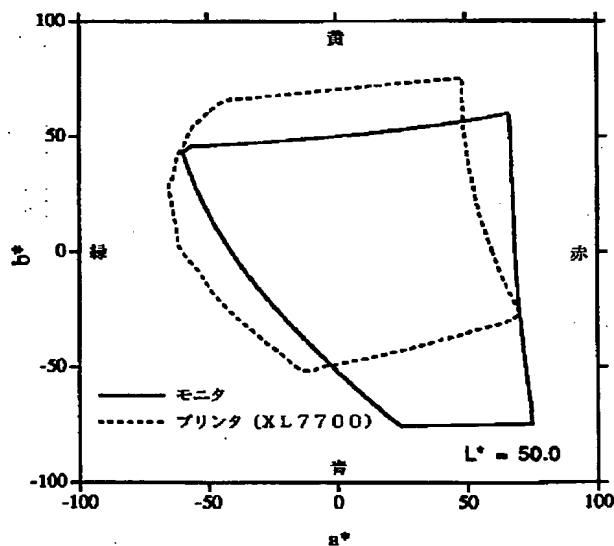
22 入力装置モデル

24 カラーマッピング関数

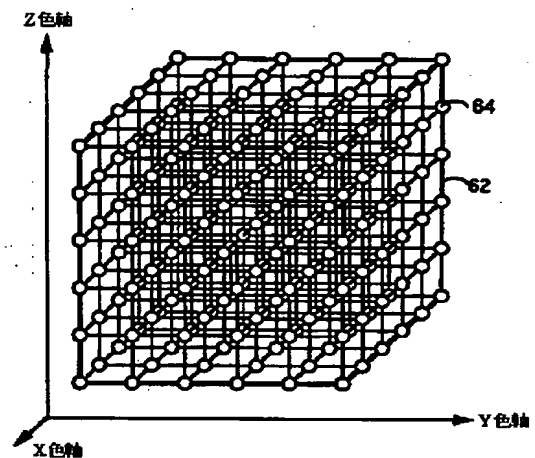
26 出力装置モデル

64、70、72 ノード

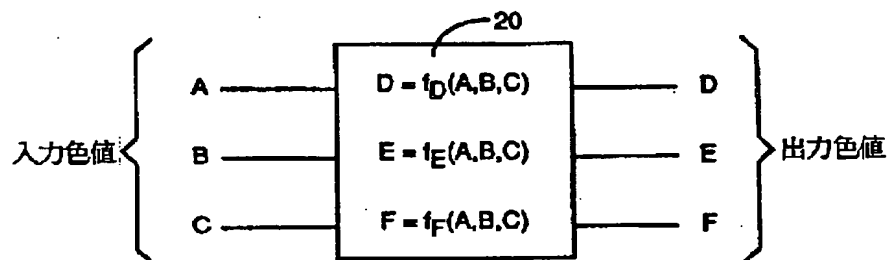
【図1】



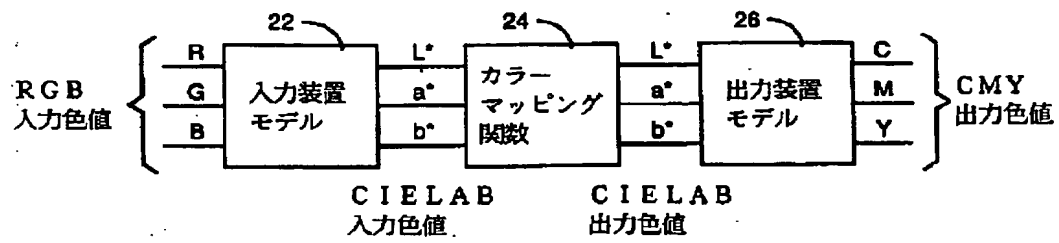
【図7】



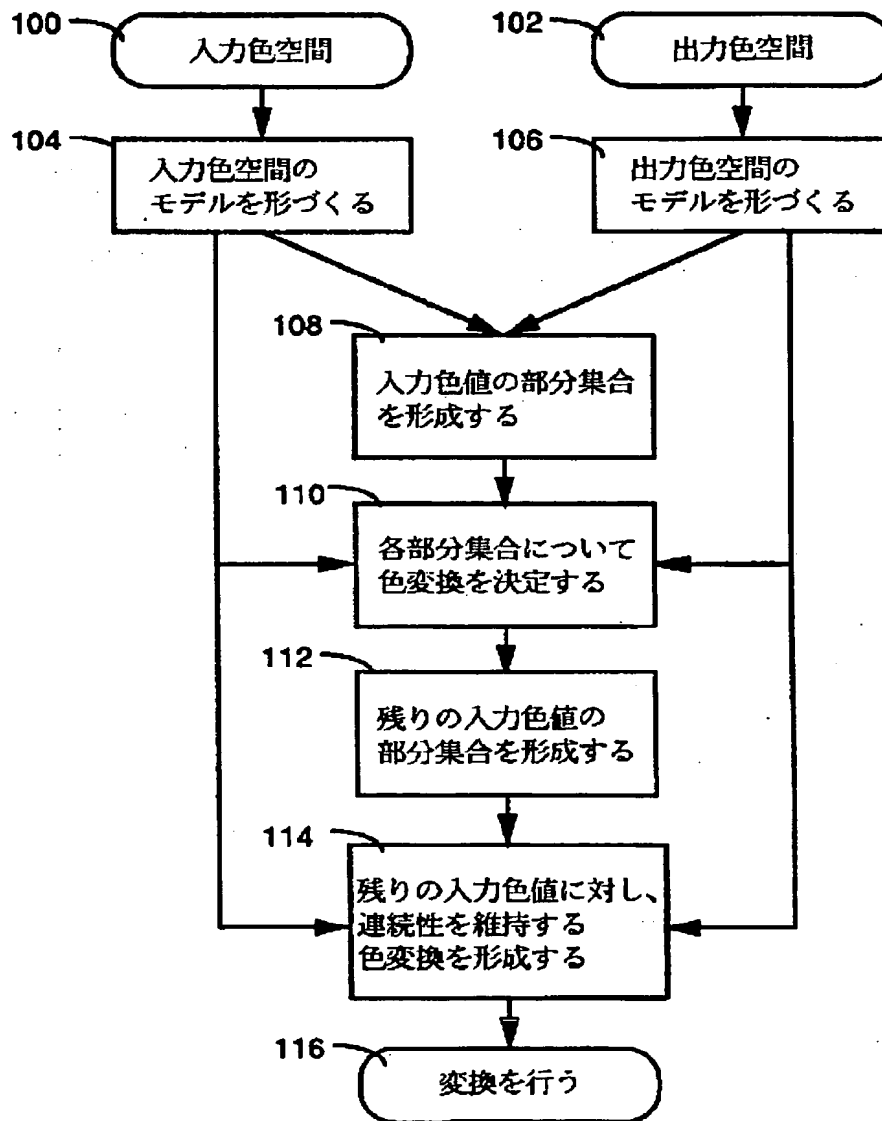
【図2】



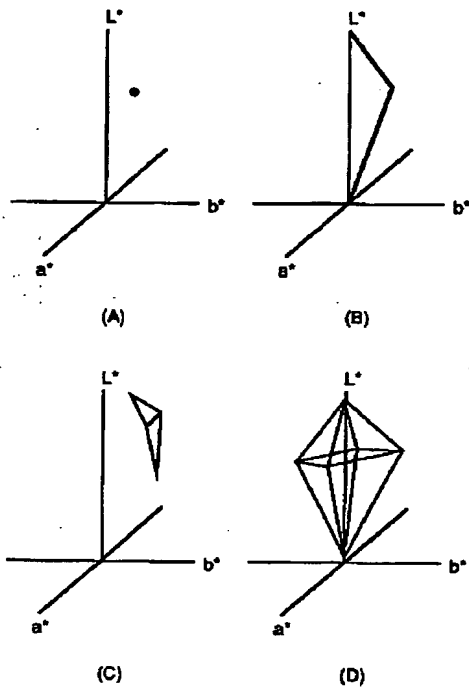
【図3】



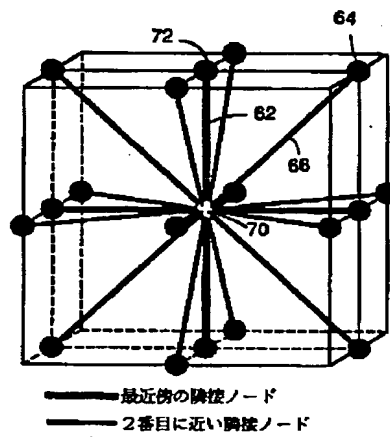
【図4】



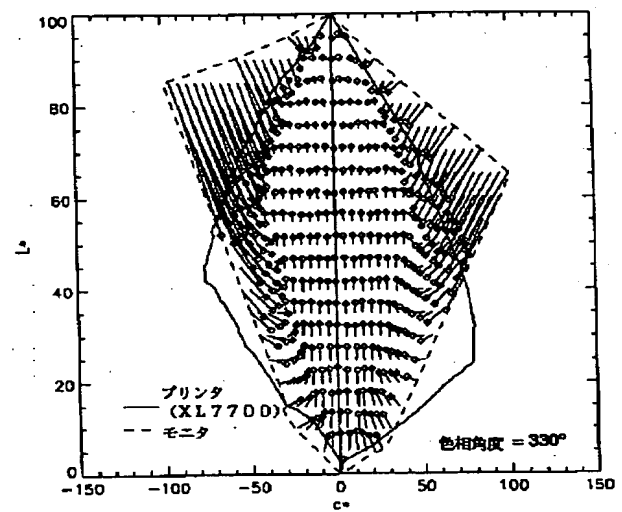
【図5】



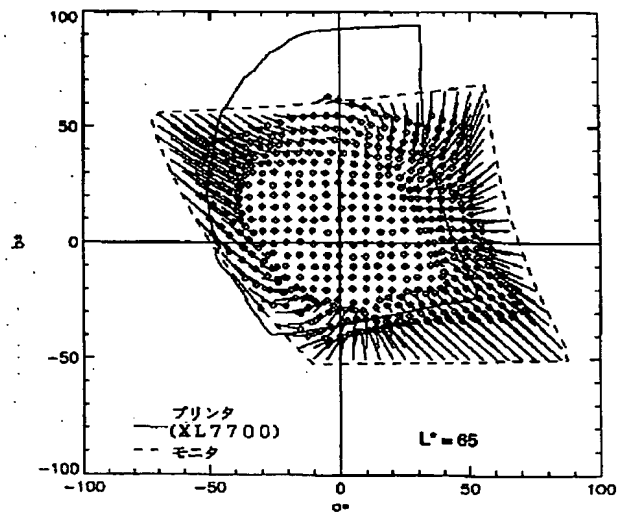
【図8】



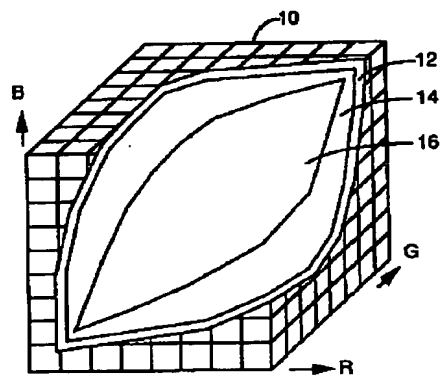
【図10】



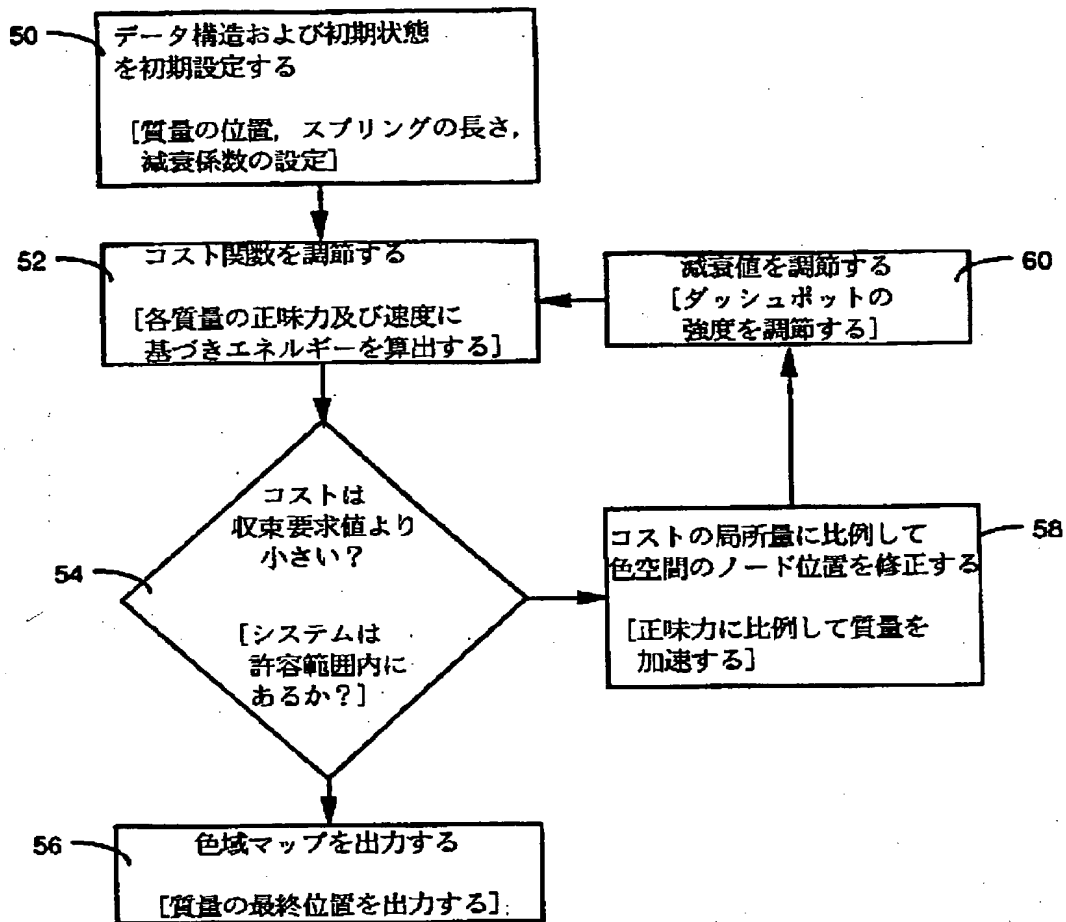
【図9】



【図11】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 アンドリュー エイチ マッツ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
スター バッキンガム ストリート 13
アプト 4

(72)発明者 ロン ガーション
イスラエル 34554 ハイファ シャール
ハガイ ストリート 3

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The step which is the approach of changing the input color value of an input color space into the output color value of an output color space, and carries out the group division of the color value of an input color space based on the property of a community, b) The step which generates the color conversion to a group's each obtained at step a, c) The step which generates the color conversion to the remaining color values by which a group division was not carried out in step a, d) Approach characterized by including the step which changes the input color value of an input color space into the output color value of an output color space using the conversion which compounded the color conversion generated at step b, and the color conversion generated at step c.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to digital image formation processing. The approach about the technique which carries out the map of the one color space to another device-dependence color space is included more in a detail about the field of color proofreading (color calibration) of a digital image formation system, and color strengthening (color enhancement). Since the color map to a part for a specific color part is specified, explicit limitation (explicit constraints) is applied.

[0002]

[Description of the Prior Art] This invention is related application of United States patent application "the approach for changing the input color value of an input color space into the output color value of an output color space, and associated equipment" (application number February 12, 1993 [017, 198, and] application).

[0003] In a color digital image formation system, each steps (original scene and image acquisition, image storage, image transmission, a software display, hard copy display, etc.) in a series of image formation usually have a different color space and a different color gamut. In a general color space, device independence color spaces, such as device-dependence color spaces, such as RGB, CMY, and CMYK, or a CIE stimulus (XYZ), CIELAB, and CIELUV, etc. are included. Generally, the vocabulary a "color gamut" is shown in a specific phase with a system, and/or it is used in order to show the field of the color displayed. The color gamut of an indicating equipment may completely differ from the color gamut of image acquisition equipment, and/or the color gamut of the color of an original actual scene. Furthermore, the color gamut which may be displayed on a certain equipment differs from the color gamut of another equipment substantially. As an example, drawing 1 shows the color gamut of a general RGB color video monitor as compared with a color printer (KODAKKU XL7700). drawing -- lightness value L^* -- it is the sectional view of the color gamut of the CIELAB color space in $=50.0$. The field with which two color gamuts lap expresses the color generated with two equipments. One equipment can generate the inside field of only the curve of the method of one, and an ungenerable color is expressed with the equipment of another side. The color value on the outside of both curves is ungenerable with neither of the equipments. In this example, a video monitor can generate the blue (saturation is high) saturated more compared with the thermal printer in this lightness level, and, on the other hand, it turns out that a thermal printer can generate the yellow (saturation is high) saturated more.

[0004] In many application, it is necessary to catch the color picture data which exist in the color space of a certain specific equipment, and to carry out the map of it to the color space of different equipment. Since a color space differs from a color gamut in different equipment, some problems arise in this process. It is the problem of color proofreading in the first place. That is, if the color in a certain equipment is expressed how, it will be the problem whether the color perceived matches the color in other equipments. For example, there is a case where he wants to print the image displayed on the video monitor by the same consciousness-color playback (perceivedcolor reproduction). Essentially, this is the problem of changing into another device-dependence color space from the color space of a certain device dependence. The above-mentioned example is related with the conversion to the CMY (K) space of a printer of a monitor from RGB space. If all the colors of an image are in the duplication field of two color gamuts, the conversion in this case is comparatively easy, and can be performed using techniques, such as a multi-dimension look-up table (multi-dimensional look-up-tables), (W. refer to F. Schreiber, "color regeneration system" U.S. Pat. No. 4,500,919, and February 19, 1985).

[0005] However, a problem becomes complicated when there is a color which exists out of the color gamut of an output color space among the colors in an input color space. How the color besides a color gamut is processed poses a problem here. The approach for dealing with this problem has been proposed partly until now. As general approach, clip the saturation on the boundary of a color gamut, maintaining the hue include angle and lightness of a color besides a color gamut (clip). Or there is a method of compressing a color gamut and dedicating the

color of an input image in an output color gamut. (For example, refer to an R.S. JIEN tile, E. WAROWITTO, the J.P. R back, "comparison of color-gamut mismatch compensation technique" J.Imaging Technol.16 volume, and 176-181-page (1990) printing). some kinds, such as a scene of a photograph, of image -- the color outside a color gamut -- very -- only -- **** -- since it is not contained, when it applies to these images, this saturation clipping approach brings about a considerably satisfying result.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the case of images, such as computer generation display graphics (computer generated presentation graphics), the color besides an output color gamut exists at a remarkable rate. This is because the saturated color is very conspicuous in many kinds, such as a pie graph (pie chart) and a slide (slide presentations), of graphics. Even if it clips saturation or uses the approach of compressing a color gamut to these images, as for the image as a result, saturation (saturation ratio) will cause [even the time] the result which is hard to accept from what is become low (that is, a color looks light and fades). Consequently, another technique for carrying out the map of the color gamut of an input color to an output color space is required. Since this process is related with color correction of an image rather than it usually only makes in agreement the color of equipment other than a certain equipment, it is classified into **** of "color enhancement (color strengthening)."

[0007] In addition to playback of the color outside a color gamut, color conversion of the format of further others is included in color strengthening. For example, increase the saturation of a not clear image, the hue of the body in an image is adjusted, or there is a case where he wants to increase the Colorcon trust between the bodies with which it differs in an image (color contrast). The approach using the combination of a matrix and a 1-dimensional reference table as the color strengthening approach for example, a Robert P. collet "the color of the printer using the input image generated electronically, and a tone scale configuration system" -- U.S. Pat. No. 5,081,529, refer to January 14, 1992, and global color-gamut mapping technique (the [above-mentioned / United States patent application] -- No. 017 or 198) K. Spall DINGU, R. Gershon, J. Sullivan, R. Ellison, and the approach for changing the input color value of an input color space into the output color value of an output color space and referring to the "associated equipment" are included. However, without giving the side effect which is not desirable to other colors, even if it uses any of these approaches, it is quite difficult to specify mapping which has desired effectiveness to the saturated color, and it has even the impossible. For example, there is a problem of green cutting [the beige tone (skin tones) generated in the image].

[0008] This invention is assignment (specify) clearly about mapping to the specific subset of the point in a color space. The approach of carrying out the map (conversion) of the one color space to another color space is offered by carrying out and opting for mapping of the point of remaining not limiting, according to the defined mapping strategy.

[0009]

[Means for Solving the Problem and its Function] This invention carries out the map of the one color space to another color space, and includes desired color proofreading and/or the approach of supplying a color strengthening technique. The approach of this invention consists of the following two step processes, if it says generally. (1) Give limitation to the particular part of the point of an input color space, and specify mapping to an output color space clearly. (2) Carry out the map of the remaining point according to a predetermined mapping strategy. The mapping technique used in the suitable example is based on a computer graphics geometric morphing (configuration conversion) (morphing) technique.

[0010] The approach of this invention is an approach of changing the input color value of an input color space into the output color value of an output color space, and contains the following step.

[0011] a) From the field of an input color space The color conversion which maintains a continuity with conversion of the d step b which forms the set of the input color value which is not included in the group of the c step a which performs color conversion to each set of the input color value formed in the b step a which forms 1 or more sets of input color value part part sets (subset) So that explanation of the above which changes the input color value of an input color space into the output color value of an output color space may show using the convolution transformation of the e steps b and d formed to the input color value of step c The main purpose of this invention is supplying an approach having been improved for changing an input color gamut so that it may suit in an output color gamut.

[0012] The above of this invention and the other purposes become clearer by making it relate to the following explanation and a drawing, and taking into consideration. In drawing, the same sign shows the same part.

[0013]

[Example] This invention includes the approach of carrying out the map of the digital color picture of one color space to another color space. For example, it is the case where the RGB value of a monitor is changed into the CMY (K) value of a thermal printer etc. Because of [for color strengthening for which it asks] the mismatch of

the color gamut between different equipment, it is required to perform conversion at which no colorimetry-accuracy (colorimetric accuracy) of the color of the one section or colors is maintained, or it is desirable. When the conventional approach is used, it is difficult to specify without the evil to other colors the mapping function which has desired effectiveness as a specific color. For example, in mapping which generates primary color with more high saturation, the hue of the beige tone in an image will be changed. Then, this invention limits correctly color mapping to one set of a color value, and solves the conventional technical problem by specifying the remaining color values smoothly using a specific color mapping algorithm. While being able to perform by this color strengthening of a different class over the set from which an input color space differs to coincidence, it becomes possible to maintain colorimetry-playback (colorimetric reproduction) of a set of everything but an input color space. Similarly, a global color strengthening technique or the conventional color-gamut mapping technique can be further performed from this viewpoint by limiting color mapping to the suitable set of an input color space. Therefore, the approach of this invention can be used in order to carry out all kinds of color conversion or color strengthening.

[0014] Drawing 2 shows the generalized color mapping function 20 which changes the multi-channel input color value (ABC expresses RGB, CMY, CMYK, XYZ, CIELAB, etc.) of an input color space expressed with ABC into the multi-channel output color value of an output color space expressed with DEF. An output color space may not be so also when an input color space is a different color space. Although an input and an output color space are usually pinpointed with three color values, they may join color high-priced like the CMYK color space relevant to a color printer.

[0015] If color conversion may be directly performed from an input color space to a desired output color space, two or more steps of processes of having neutral-colors space (an unit or plurality) may be included. Drawing 3 shows the case where monitor RGB space is changed into printer CMY space, using CIELAB as neutral-colors space. The 1st step of this sequence includes the process which changes a RGB output color value into a corresponding CIELAB input color value using the input-device model 22. Then, a CIELAB output color value is calculated using the color mapping function 24. Next, a CIELAB output color value is changed into a CMY output color value using the output unit model 26. Each color conversion phase in this sequence consists of an analytic function (continuous or dividing) or a many dimensions reference table. This invention can be included in any color conversion phase. Furthermore, it is also possible to incorporate two or more phases, to form one phase and to incorporate this invention.

[0016] The color conversion approach enforced in this invention includes two step processes. A subset with the point of an input color space is limited to the 1st, and mapping to an output color space is clearly specified as it. According to a predetermined mapping strategy, the map of the remaining point with which an input color space is not limited is carried out to the 2nd.

[0017] Drawing 4 shows the methodology of this invention with the detailed block diagram. The models 104 and 106 of an input and an output color space are formed to the input color space 100 and the output color space 102, respectively, and relate an input and an output color value to the color value of a standard color space. In step 108, based on the common purposes, such as common properties, such as a fresh tone (beige tone), or "it being a single body in a scene", a color value is classified and two or more subsets (subset) of an input color value are formed. Color conversion is assigned to each set formed at step 108 in step 110. In this color conversion, the map of the point of an input color space is carried out to the point of an output color space using the input of the created color spaces 104 and 106 according to the selected strategy. Although this technique includes colorimetry-playback, photograph-playback, and color strengthening, it is not necessarily limited to these. In step 112, the remaining color values are summarized to the set which is one. In step 114, the set of the color value formed at step 112 is changed so that the continuity of a color with the set by which color conversion was carried out at step 110 may be maintained using the input of the created color spaces 104 and 106. Of the conversion generated by actuation of steps 110 and 114, the conversion to the set of all the colors of an input color space is formed.

[0018] The 1st step of the process of this invention is a step which specifies color mapping to an output color space from an input color space to the set of the color limited in a mapping process. The specific subset limited is dependent on the specific candidate for application like the color mapping strategy of these colors. If the subset of the limited color may be equivalent to effective color calibration data, for example, it may reflect a specific color strengthening target. If limitation of mapping to an achromatic color tone and primary color may be desired depending on the candidate for application, it is to limit a color important for the image of photographs, such as a saturated color or beige tone, and sky color and a glass color. Color strengthening techniques, such as an approach (the United States patent application 017th, No. 198) indicated by two or more color mapping technique or above-mentioned Spall DINGU, such as a model of colorimetry-matching and a photograph-process, etc., can be used to the part of a different color.

[0019] As mentioned above, various color mapping technique is applicable to a different color set. Drawing 5 shows a different classification of a set of the color limited. Drawing 5 (A) shows point limitation. This is used for limiting color playback of the trademark color of companies, such as single colors, such as a beige tone, or trade dress yellow of KODAKKU. Drawing 5 (B) shows line limitation. This is limitation (constrain) about a shadow. It is used for, emphasizing one train (series) or limiting the color on a neutral axis (achromatic color shaft) to the field where specification was stained. [carry out] Drawing 5 (C) shows limitation of a field. For example, it is used for this limiting the field of a color gamut. Drawing 5 (D) shows limitation of the volume. This is used for limiting the color inside the groups of all the colors of low saturation, or the convex mold (convex hull) of all skin tone colors. Needless to say, a subset classification of others of a limited color can also be used. For example, if an input color space is a CMYK equipment color space, a with a 4-dimensional super-volume (hyper-volume) limited color can be limited. Moreover, it is also possible to form the group of one limitation combining the classification (class) of these different limitation. For example, it is to limit the trademark color of a company using point limitation, and limit the color which is in the convex mold of all beige tones about a color-gamut side in an achromatic color shaft using volume limitation using field limitation using line limitation. the group from which a limited color differs is alike, respectively, it receives and a different mapping strategy can also be used. For example, the map of the trademark color of a company is carried out to a suitable pan tone specification (Pantone specification), the map of the achromatic color shaft is carried out in colorimetry, the map of the beige tone is carried out using a photograph-model, and in order to maximize the saturation of a color for a color-gamut front face, the map of the color strengthening strategy can be used and carried out.

[0020] If the group of the color limited and the color mapping strategy over these limited colors are specified next, it must opt for color mapping to the remaining colors (it is called a non-limiting color), i.e., the color of the exterior of the group of this limited color. Some mapping strategies in which the complexity of operation and the smoothness of the result obtained differ from tolerance can be used to a non-limiting color. As easiest technique, a three wire (tri-linear), a tetrahedron, the base -- there are multi-dimension interpolation techniques, such as spline interpolation, (for example, John R. DERIKO "the color picture regenerative apparatus which has a least-square-method reference table by smoothing (smoothing)" (U.S. Pat. No. 4,941,039 --)) Refer to July 10, 1990 issue, K. KANAMORI, and H. KOTERA "4 Color correction technique of the hard copy by the contiguity section (neighbors) interpolation approach" (J. Imag.Sci.Technol.36 volume, 73 - 80 pages, 1992). Usually, similarly, although developed for proofreading of the equipment from the data measured experimentally, these techniques are applicable, in order to process a color strengthening algorithm. In another strategy which is the suitable example of this invention, a computer graphics configuration conversion (morphing) technique (J. Kent, W. Carlsson, R. manager of a youth hostel "configuration conversion of multiple body" 1992SIGGRAPH report Chicago, July, 1992, "computer graphics" 26 No., 47 -54-page printing) is applied, and the non-limiting point is determined. This technique carries out the map of the point of an input color space to the point of output space flat and smooth and continuously by minimizing the cost value of a function which is the function of the color difference between the approaching color values. This cost function is formulized so that the partial continuity and smoothness in a color mapping function may be maximized.

[0021] Drawing 6 is a flow chart which is used for the suitable example of this invention for determining a final color mapping function and which shows a cost minimization process. By this approach, the grid of a node is set up so that the coordinate of each node may correspond to the color of an output color space. The coordinate of the node corresponding to a limited color is fixed, and the coordinate of the remaining nodes can change. the node location which determines the minimal value of a cost function -- volume elasticity -- a continuum -- based on a model (volumetric elastic continuum model), it is determined using a dynamic process (refer to the Herbert Goldstein work, a "classical mechanics (Classical Mechanics)" Addison-Wesley publishing company, Reading, Massachusetts, and 1959). This model is realizable in a discrete form using the system which consists of mass connected to a mechanical spring and a dash pot (for example, refer to O.C.Zienkiewicz work, "limited element method (The Finite Element Method)", 3rd edition, and tuna UHIRU publication 1977). This mass, a spring, and the system of a dash pot are initialized, and, subsequently to equilibrium, are carried out. In a suitable example, the coordinate of the node of an output color space is similar to the location of the mass in the physical space of a mechanical model. In a mechanical model, the network of the spring which connects two or more mass corresponds to the cost function which does not permit uneven node spacing. A dash pot corresponds to the braking (attenuation) process which makes equilibrium possible. In fact, it simulates a dynamic process using a repetitive computer algorithm. Color mapping to a series of input colors generated on a stationary grid is specified by the final result of an optimization process. Usually, the number of the nodes of a grid is smaller than the number of the points of an input color space. It can opt for color mapping to the input color value generated between grid nodes using standard interpolation techniques, such as the Schreiber technique (February 19, 1985 issue, U.S. Pat. No. 4,500,919, "color regeneration system").

[0022] Drawing 6 is explained. The 1st step of the optimized color mapping function decision process contains initial setting of DS and an initial state. In the suitable example of this invention, the array by which the input color value was quantized is set to the regular (regular) grids structure which has a node 64 and a path cord 62 as shown in drawing 7 first. For example, if an input color space is video RGB space, the node of a grid will be identified by the red (R) who went over the range of an input color value, and was distributed over homogeneity, green (G), and blue (B), respectively. a RGB value is in the range of 0 to 255, and there is a 52-every node to each dimension of a grid -- then, three node indexes -- 0, 1, 2, and ... the color value which serves as a sequence of 51 and corresponds -- 0, 5, 10, and ... it becomes the sequence of 255. They are L* to which each node of a grid relates when an output color space is CIELAB, a*, and b*. It will have a coordinate. The node contained in the group of a limited color is identified as it is a fixed node, and the coordinate is determined based on the selected color mapping strategy. The initial coordinate over the remaining non-limiting nodes in a grid is set as the color value of the node of an input color space, or is put interpolation and/or outside from the group of the limited point.

[0023] The adjoining color value is continuous and a smooth thing is desirable for a permissible color mapping function. In order to apply a color mapping strategy different generally to the subset of a different limited color, and since discontinuity arises between the limited field of a grid node, and a non-limiting field, as for an initial coordinate, the conditions of a continuity and smooth nature are not fulfilled. In order to recover a desired continuity and smoothness, a cost function is defined by step 52 which performs quantitative measurement of the irregularity of a node grid. The node cost function to each of a non-limiting node is an analogy (analogy) from the net force (net force) which works in the mass connected to two or more mass which adjoins with a mechanical spring. It defines. In this example, the cost function to each node is a function of the color difference shown with die length 62 and 66. Die length 62 and 66 shows the color difference in the standard color space between a node 70, and the node 72 of most the near and the node 64 near the degree in the grid shown in drawing 8, respectively. In addition, in an example, the contiguity node from which a number and a configuration differ is used. According to the analogy, the cost function to each node is the magnitude of the force of the net given from a connection spring to the mass corresponding to the node. The magnitude of the force supplied by each spring connection is proportional to the difference of current spring die length and pause distance (distance of resting distance and force zero). Since the pause die length (the rest lengths) of a spring changes flat and smooth, it has the spacing (spacing) with which the minimum cost location of mass also changes flat and smooth. In an output color space, this corresponds to the color difference which changes flat and smooth. The total cost is determined as the sum total of the cost to each of a non-limiting node.

[0024] In the process which determines the minimum cost node coordinate, the total cost to a current node coordinate is calculated. Subsequently to convergence desired value (convergence requirement), this total cost is compared by step 54. When convergence is not obtained, a node coordinate is changed with steps 58 and 60 in proportion to the partial vector value of a cost function. Mass is moved using analogy with mass and a spring as a force function of the net supplied according to the conventional mechanical model (for example, refer to the Herbert = Goldstein work, "classical mechanics", the Addison Wesley publishing company, Reading, Massachusetts, and 1959). When convergence is obtained, the last node coordinate is recorded by step 56 and outputted. A many dimensions reference table is effectively contained in the last node coordinate. The output color value corresponding to each input color value which is adapted for the quantization range of an output unit is calculated using this many dimensions reference table.

[0025] As an example, the case where the map of the color of a RGB video display is carried out to a thermal printer (KODAKKU XL7700) is considered. Since many of colors in the color gamut of a RGB video display are in the exterior of the color gamut of a color reproducible by the printer, it is necessary to use the color-gamut mapping technique for carrying out the map of the input color value to an output color value. Although the map of the input color gamut can be carried out to an output color gamut using the technique (United States patent applications 017 and 198) indicated by Spall DINGU etc., it may have effect which is not desirable in colors, such as a beige tone which should be reproduced usually in colorimetry, on these techniques. While this invention specifies color mapping of the request to the color outside a color gamut with a high saturation ratio, it offers the approach for maintaining the colorimetry-playback to the color of others, such as a beige tone. Drawing 9 and drawing 10 are the sectional views of a CIELAB color space, and the map of the color of a RGB video color gamut is carried out to the color of an output color gamut using the three-dimension reference table generated by the suitable example of this invention. The vector of this drawing expresses the color difference of the input to each color in this cross section, and an output color value. The tail of a vector expresses the color value over an input video display, and the head (it corresponds to a diamond mark) of a vector expresses the color value of an output printer. In this example, the core of the cross section where a low saturation color is contained is limited, and is reproduced using a colorimetry-mapping strategy. It is limited and the color with the high

saturation corresponding to the color-gamut boundary of a video display unit is Spall DINGU (Spaulding). It is reproduced using a mapping strategy [/ else]. Neutral colors are understood that the map is carried out flat and smooth so that two limited fields may be connected.

[0026] The RGB input color space 10 is divided into three parts in drawing 11 . A subset 12 is the aggregate of a color value with the highest saturation. A subset 16 is a set of a non-saturated color value at the relative target generally seen on a photographic scene. A color strengthening strategy is applied to a subset 12, and the map of the input color is carried out to the saturated color of an output color space. The strategy which carries out the map of the input color to an output color in colorimetry is performed to a subset 16. The map of the remaining colors which form a subset 14 is carried out so that the continuity between subsets 12 and 16 may be maintained.

[0027] Table 1 is a color rendering dictionary for the implementation in the POSTSCRIPT level 2 of the three-dimension reference table for changing into a CMY output color space from a CIELAB input color space. This table was assembled using the approach of this invention, and corresponds to the conversion 116 of drawing 4 . In order to simplify a publication, please understand that the entry of many reference tables and a interpolation table is omitted. The ellipsis (ellipses) is used in order to show the location of the omitted entry.

[0028] Although the example considered to be the suitable example of invention has been shown, it is possible, without many modification and corrections also taking the essential range of this invention. Including all such modification that is within the limits of the truth of this invention, and corrections in a claim is meant.

[0029]

[Table 1]

*--Copyright 1992 Eastman Kodak Company

```

/KOALA 2 MORPH52 15.CRD <<
/ColorRenderingType 1
/WhitePoint [0.9505 1.0 1.0890] % D65 illuminant
/MatrixPQR [ 0.40024 -0.22630 0.00000
             0.70760 1.16532 0.00000
            -0.08081 0.04570 0.91822 ] % Cone primaries for
D65 (Hunt & Pointe
r)
/RangePQR [-0.75 2.5 -0.75 2.5 -0.75 2.5]
/TransformPQR [(exch pop exch 3 get mul exch pop exch 3 get
div) bind
(exch pop exch 4 get mul exch pop exch 4 get
div) bind
(exch pop exch 5 get mul exch pop exch 5 get
div) bind ]
/EncodeLMN [{.9505 div dup 0.008856 le (7.787 mul 16 116 div
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind
{1 div dup 0.008856 le (7.787 mul 16 116 div
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind
{1.089 div dup 0.008856 le (7.787 mul 16 116 div
add) {.3333333 exp
} ifelse) bind]
/MatrixABC [0 500 0 116 -500 200 0 0 -200]
/EncodeABC [(16 sub 100 div) bind
{120 add 240 div} bind
{120 add 240 div} bind]
/RangeABC [0 1 0 1 0 1]
/Tf Lut0
<000000000000000000000000101020203030405050607070809090a0b0b0c0d0e0e
...
efeff0f1f2f3f4f5f6f7f8f9fafbfdfdf>
/Tf Lut1
<000000000000000000000000101010202030303040405050506060707080809
...
ebedeef0f1f3f4f5f6f8f9fafcfdfdf>
/Tf Lut2
<00000000000000000000000010102020303030404050505060607070808090a0a
...
edef0f1f2f3f4f6f7f8f9fafbfdfdf>
/RenderTable {
15 15 15 % Table dimensions
% Interpolation table
<0042bf0041a6003f8d043b71053a56003a41003f22003e06003e06003e06
...
257fff257fff257fff257fff257fff53d9ff54acff4d8cff456aff3334ff
2616ff2616>
} % End interpolation table

3
{KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut0 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div}
bind
{KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut1 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div}
bind
{KOALA 2 MORPH52 15.CRD /Tf_Lut2 get exch 255.0 mul 0.5 add
cvi get 255.0 div}
bind
} % End RenderTable
>> % End color-rendering dictionary

```

[0030]

[Effect of the Invention] As explained above, in case the color contained in a subset with an input color space is changed into the color of an output color space by color proofreading or color strengthening according to this invention, it can change without affecting the remaining colors which are not contained in the subset. Therefore, different color proofreading and different color strengthening can be performed to coincidence to a mutually different subset of an input color space.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing in lightness $L^* = 50.0$ having shown the difference between the color gamuts of a general video monitor and a thermal printer (KODAKKU XL7700).

[Drawing 2] It is the block diagram of the general color mapping algorithm with which an output color value serves as a function of all input color values.

[Drawing 3] It is the block diagram of a typical color mapping sequence.

[Drawing 4] It is a flow chart explaining the conversion approach of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing various types of the subset of the limited point. In (A), line limitation and (C) show field limitation, and, as for point limitation and (B), (D) shows volume limitation.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the geometric morphing algorithm of color mapping.

[Drawing 7] It is drawing showing the cubic lattice of a node.

[Drawing 8] It is drawing of a grid node in which approaching most and showing spring connection with the node close to a degree.

[Drawing 9] In the lightness of $L^* = 65.0$, it is drawing having shown the condition of having carried out the map of the color of an input video monitor color gamut to the color of a printer (KODAKKU XL7700) color gamut, using the color mapping function generated by the suitable example of this invention.

[Drawing 10] In the hue include angle of 330 degrees, it is drawing having shown the condition of having carried out the map of the color of an input video monitor color gamut to the color of a printer (KODAKKU XL7700) color gamut, using the color mapping function generated by the suitable example of this invention.

[Drawing 11] It is the notch perspective view of the input RGB color space divided into three parts.

[Description of Notations]

22 Input-Device Model

24 Color Mapping Function

26 Output Unit Model

64, 70, 72 Node

[Translation done.]

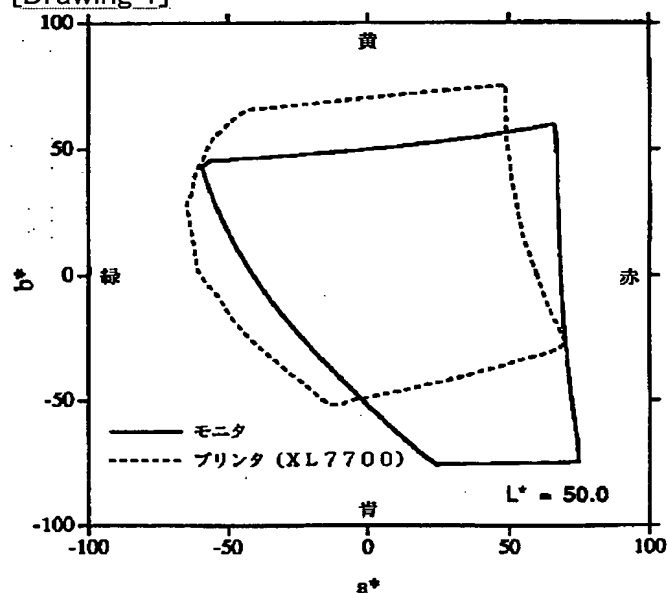
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

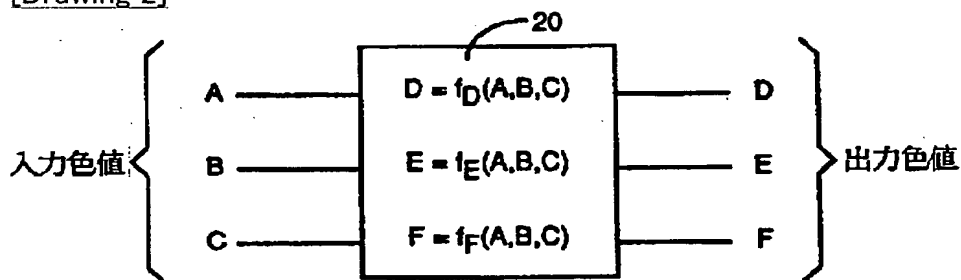
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

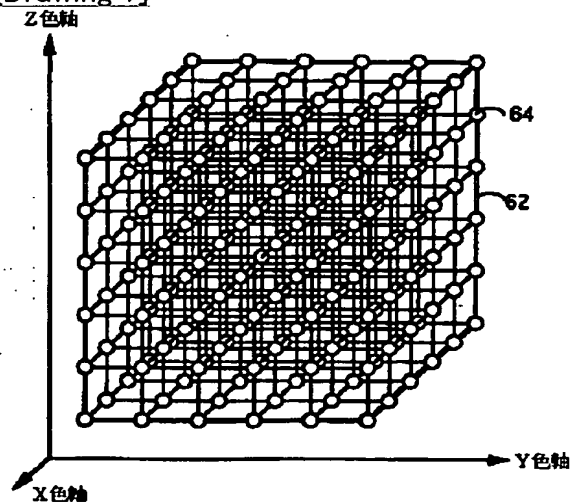
[Drawing 1]



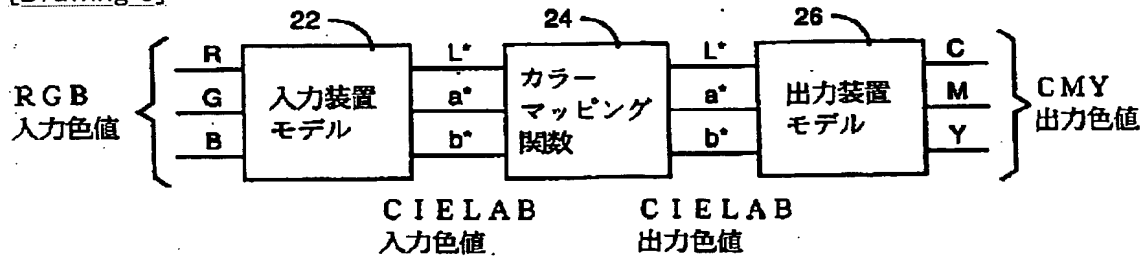
[Drawing 2]



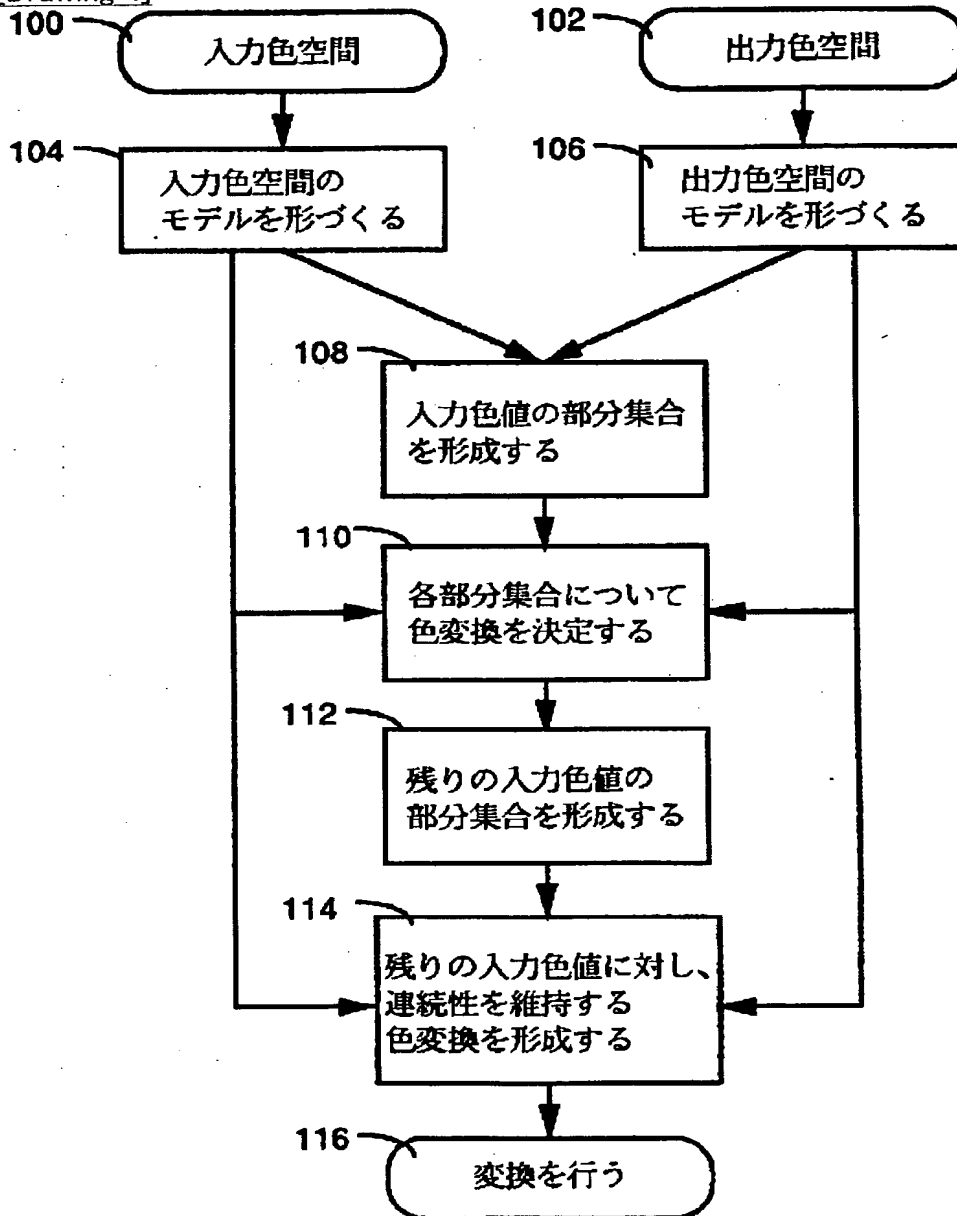
[Drawing 7]



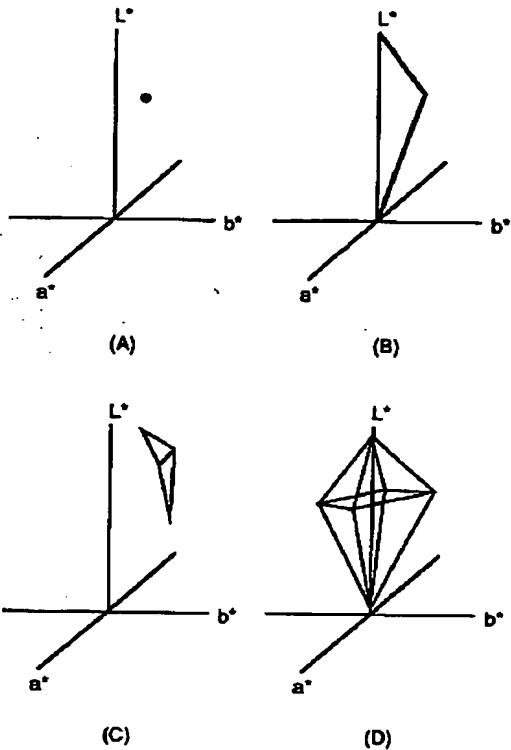
[Drawing 3]



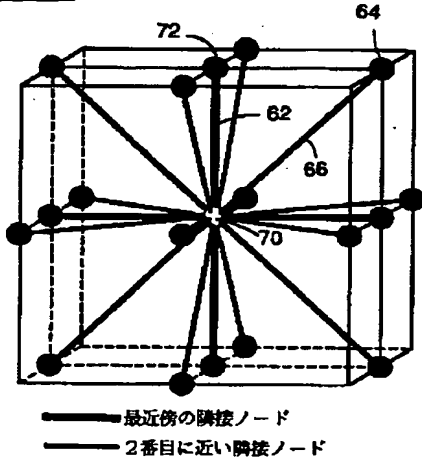
[Drawing 4]



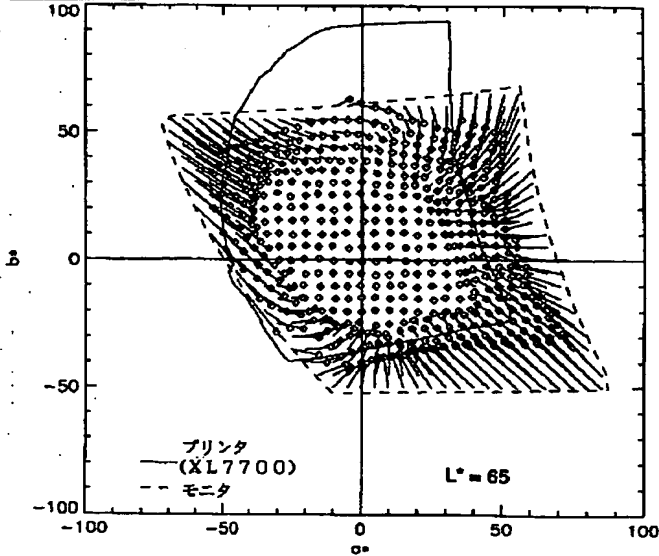
[Drawing 5]



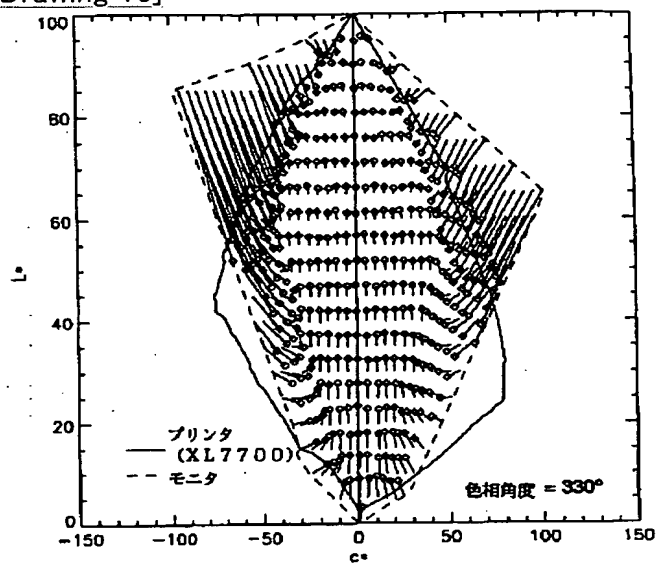
[Drawing 8]



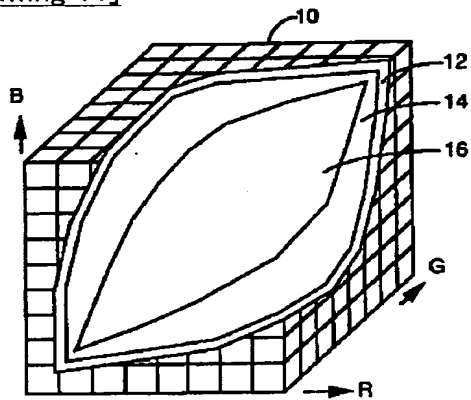
[Drawing 9]



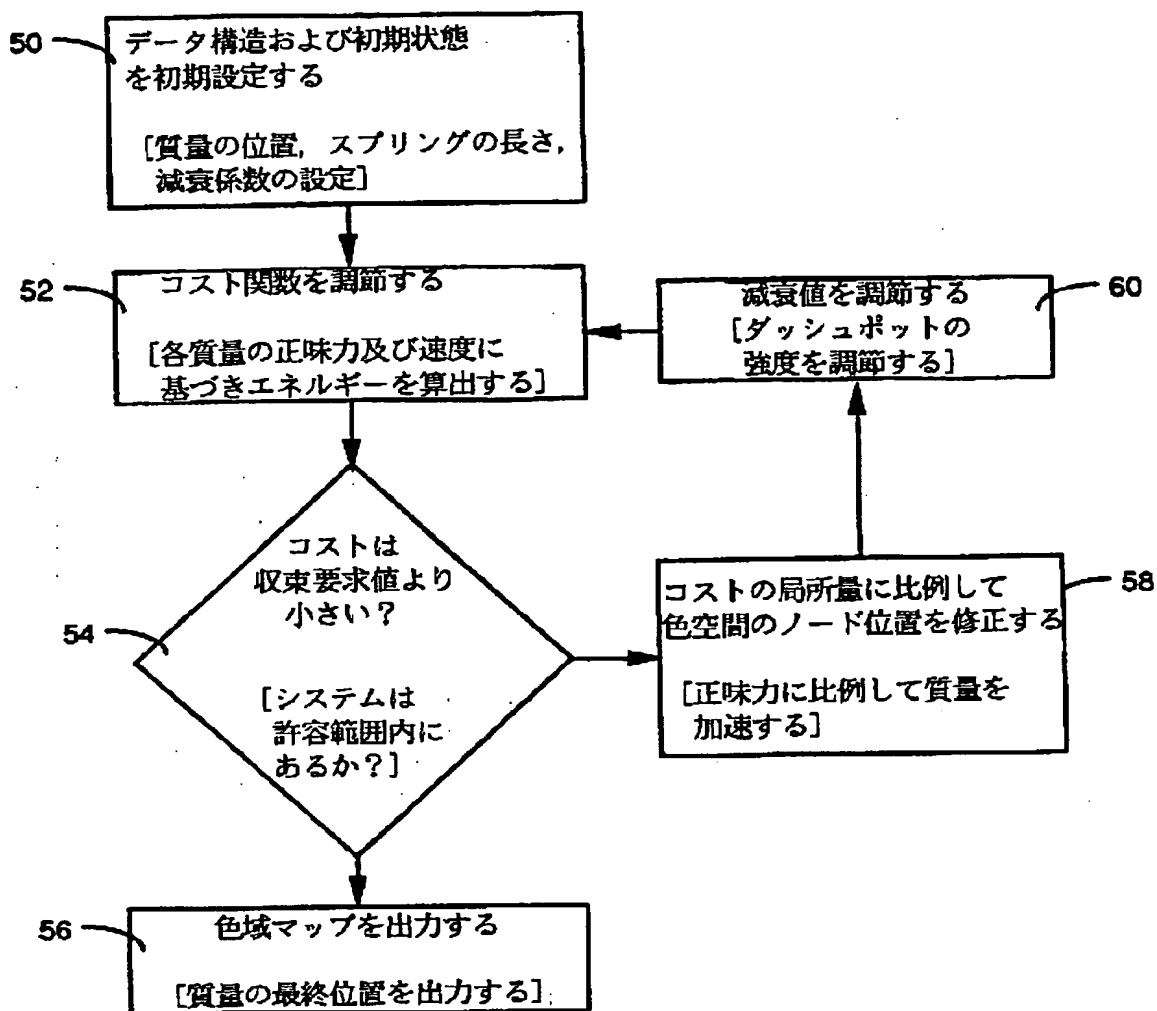
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 6]



[Translation done.]